

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR

ETH ROCHA DA SILVA

**ESTUDO DA VULNERABILIDADE E EROÇÃO DA ÁREA DE MANEJO DA  
FLORESTA ESTADUAL DO RIO LIBERDADE, TARAUCÁ-AC**

CURITIBA – PR

2016

ETH ROCHA DA SILVA

**ESTUDO DA VULNERABILIDADE E EROSÃO DA ÁREA DE MANEJO DA  
FLORESTA ESTADUAL DO RIO LIBERDADE, TARAUCÁ-AC**

Trabalho apresentado como requisito a  
obtenção do grau de Especialização em Gestão  
Florestal no curso de Pós-graduação em Gestão  
Florestal, Universidade Federal do Paraná.  
Orientador: Prof. Me. Hugo Mota Ferreira Leite.

CURITIBA – PR

2016

“Seja você a mudança que espera  
ver no mundo”.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Representação da área de estudo .....	13
<b>Figura 2</b> – Mapeamento Pedológico da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.....	18
<b>Figura 3</b> – Mapeamento Geomorfológico da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.....	19
<b>Figura 4</b> – Mapa de declividade da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.....	20
<b>Figura 5</b> – Mapeamento Geológico da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.....	21
<b>Figura 6</b> – Mapa de Vegetação da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.....	22
<b>Figura 7</b> – Mapa de Potencial Florestal da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.....	23
<b>Figura 8</b> – Mapa de Aptidão Agroflorestal da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.....	24
<b>Figura 9</b> – Mapa Susceptibilidade à Erosão da Área de Estudo.....	26
<b>Figura 10</b> – Mapa de Susceptibilidade à Erosão da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.....	26

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Notas de risco de erosão e salinização atribuídas às unidades de solos para a área de estudo.....	16
<b>Tabela 2</b> - Notas de risco de erosão e salinização atribuídas às classes de declividade para a área de estudo.....	16
<b>Tabela 3</b> - Notas de risco de erosão e salinização atribuídas às unidades de geologia para a área de estudo.....	16
<b>Tabela 4</b> - Notas de risco de erosão e salinização atribuídas às unidades de geomorfologia para a área de estudo.....	16
<b>Tabela 5</b> - Notas de risco de erosão e salinização atribuídas as unidades de vegetação para a área de estudo.....	17
<b>Tabela 6</b> - Distribuição das áreas das classes de vulnerabilidade natural à degradação dos solos da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.....	24

## RESUMO

Mesmo o Manejo Florestal Sustentável sendo a mais viável forma de exploração, ainda assim é caracterizado como uma intervenção ao meio e sabemos que qualquer ação antrópica resulta em danos. Neste sentido, objetivou-se neste trabalho, realizar o estudo da vulnerabilidade e erosão da área de manejo da floresta estadual do Rio Liberdade, Tarauacá-AC. Utilizou-se informações compiladas dos mapas pedológicos, geomorfológicos, geológicos, vegetação, aptidão agroflorestal e potencial florestal da área de estudo. Também foram utilizados dados do Zoneamento Ecológico Econômico do estado do Acre, disponibilizados na forma digital, todos na escala de 1:250.000 (SAD-69, Zona 18S), e o modelo digital de elevação (MDE) da missão SRTM como base para o tema declividade. O mapa de vulnerabilidade à erosão foi gerado com o uso de um método multicritério ordinal aditivo, como média ponderada, todas as imagens foram geradas por meio do software ArcGIS com a função RASTER CALCULATOR, permitindo o tratamento dos dados e as análises da vulnerabilidade natural à perda de solos. Porém a área de estudo tem como declividade predominante o relevo plano a ondulado, representando baixa a média vulnerabilidade a erosão. A maior parte da área está inserida na classe de vegetação Floresta Aberta com Palmeira + Floresta Densa + Floresta Aberta com Bambu. Pouco mais de 97% da área Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade apresenta-se com grau de moderado a alto risco de erosão e que somente quase 3% da área possui baixo risco de erosão, sendo que menos de 1% da área total ficou com muito alto risco de erosão. No entanto a Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC apresenta-se com risco moderado a alto de erosão, em sua maior parte.

Palavras-Chave: SIG. Manejo Florestal. Erosão.

## **ABSTRACT**

Being Sustainable Forest Management, the most viable form of exploitation, still is characterized as an intervention to means and know that any anthropic action results in damage. In this sense, the objective of this study was to study the vulnerability and erosion of the area of the management of State Forest in Rio Liberdade in Tarauacá (Acre-Brasil). It was used information compiled of the maps pedological, geomorphological, geological, vegetation, suitability and forestry potential agroforestry of the study area. Were also used data from the ecological and economic zoning of State of Acre, available in digital form, all in a scale of 1:250,000 (SAD-69, Zone18 S), and the digital elevation model (MDE) of mission SRTM as the basis for the theme steepness. The map of vulnerability to erosion was generated with the use of a method, as additive ordinal approvals weighted average, all images were generated through the software ArcGIS with the raster calculator function, allowing the treatment of data and analyzes of the vulnerability to natural soil loss. However the area of study has as the predominant slope relief plan the wavy, representing a low to medium vulnerability to erosion. The greater part of the area is inserted in the class of vegetation: Open Forest with Palm tree plus Forest Open Forest with Bamboo. A little more than 97 (per cent) of the area of Forest Stewardship Plan Estadual of Liberdade presents with degree of moderate to high risk of erosion and that only almost 3 (per cent) of the area has a low risk of erosion, and less than 1 (per cent) of the total area was with very high risk of erosion. However the area of the Management Plan of the State Forest of Liberdade in Tarauacá 6(Acre-Brasil) presents with moderate to high risk of erosion, in its greater part.

Keywords: SIG. Forest Management. Erosion.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	12
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	17
3.1	Mapeamento pedológico da Área de Manejo Florestal do Rio Liberdade.....	17
3.2	Mapeamento da Geomorfologia e Declividade da Área de Manejo Florestal do Rio Liberdade .....	18
3.3	Mapeamento da Geologia e Vegetação da Área de Manejo Florestal do Rio Liberdade .....	20
3.4	Mapeamento do Potencial Florestal e da Aptidão Agroflorestal da Área de Manejo Florestal do Rio Liberdade.....	22
3.5	Mapeamento do Risco de Erosão da Área de Manejo Florestal do Rio Liberdade.....	24
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	27
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	28

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de forma racional dos recursos florestais com a visão de um desenvolvimento sustentável, onde caracteriza a sociedade pré-século XXI, pressupõe que se desenvolva uma nova relação simbiótica entre o Homem e o Ambiente. Assim mesmo com a utilização do Manejo Florestal, anteriormente utilizando ferramentas que identifiquem os principais danos causados com o desenvolvimento do mesmo.

Um das ferramentas primordiais para identificação de riscos de erosão de determinada área, baseia-se na metodologia de CREPANI. Onde segue no desenvolver deste trabalho.

As condições de equilíbrio do sistema podem ser rompidas por meio de alterações realizadas em qualquer um dos componentes da natureza, gerando instabilidade. Qualquer intervenção realizada, não respeitando as vulnerabilidades do sistema, pode acarretar alterações na sensibilidade da paisagem em função do rompimento de seus limiares, resultando então na fragilidade deste sistema.

Visando uma análise sistêmica da paisagem, CREPANI et al., (1996) desenvolveram, baseados no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), uma metodologia para facilitar a divisão de qualquer região em classes com maior ou menor vulnerabilidade aos processos de perda de solo. Para a aplicação desta metodologia é necessário um sistema integrado composto por imagens Landsat/TM, mapas temáticos e banco de dados montados em um Sistema de Informação Geográfica, no caso, o SPRING (Software para Processamento de Informações Georreferenciadas).

Tal metodologia visa identificar áreas com maior ou menor susceptibilidade à perda de solo, assim como áreas vulneráveis aos processos erosivos, assoreamentos, etc. Utilizando assim para tal complexidade envolvidos no estudo ambiental, os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) apresentando como uma ferramenta importante que auxilia a realização de análises complexas a partir da integração de representações de dados espaciais.

O solo é um dos recursos naturais mais importantes para a qualidade de vida do homem. Possui múltiplas funções nos ciclos dos nutrientes, no ciclo da água e também é importante para a sustentabilidade dos sistemas naturais, como as

florestas primárias e campos, sendo um dos fatores mais relevantes na determinação da tipologia florestal (SALVADOR et al., 2003).

Ainda de acordo com SALVADOR et al., 2003, o que ocasiona as áreas degradadas, é a modificação dos sistemas naturais pela atividade humana. Onde a mesma pode ter sua capacidade de produção melhorada, conservada ou diminuída em relação ao sistema. Em contrapartida relata que a alteração de uma área não significa necessariamente sua degradação. Assim, se essa alteração ocorre justamente com processos que levam à perda da capacidade produtiva do sistema, diz-se que as áreas estão degradadas. Normalmente, os processos de degradação das terras estão relacionados à própria degradação dos solos, embora, outros fatores, como a prática de manejo inadequada, também possam ocasioná-la.

De acordo com XAVIER et al., 2010 as principais alterações no uso do solo, a erosão é, provavelmente, a forma mais grave de degradação da paisagem ao redor do globo, e as atividades antrópicas têm acelerado esses processos de maneira intensa. A degradação ambiental tem se tornado mais evidente e torna-se necessário, cada vez mais, não apenas reverter esse processo, mas também prever danos futuros com base no planejamento e na gestão desses recursos.

Para SANTANA, 2008, o uso intensivo e inadequado do solo tem levado a destruição de recursos naturais e transformado áreas férteis em desertos ecológico-econômicos, o que pode ser observado em vários continentes como, por exemplo, América Latina, Ásia e Europa, entre outros.

A destruição da biodiversidade, a redução da disponibilidade de recursos hídricos, o assoreamento de rios e reservatórios e a deterioração física e química de solos são alguns exemplos de impactos ambientais. Do ponto de vista social, a perda progressiva da capacidade produtiva provoca, em última instância, o processo de migração, a desestruturação familiar e desequilíbrios diversos nas zonas urbanas. É importante ressaltar que essa parte da população apresenta alta vulnerabilidade, contando com níveis de qualidade de vida bem abaixo da média nacional (MMA, 1998).

Segundo MAFRA (1997), deve ser incorporado ao planejamento do uso do solo, o estudo da erosão, incluindo os fatores relacionados à atuação dos processos erosivos e à detecção das áreas mais susceptíveis (atual e potencial) com o objetivo

de regular as ações sobre as mesmas, buscando uma incidência mínima de uso para evitar os prejuízos sobre as atividades humanas e sobre o meio ambiente.

Com o crescimento da demanda dos recursos naturais, o levantamento do uso da terra em uma região tornou a compreensão dos padrões de organização do espaço de interesse fundamenta, uma vez que o solo está sempre sendo agredido pela ação antrópica. (RIBEIRO et al., 2007).

Para desenvolver uma metodologia para a geração de cartas que dividam uma região em classes de maior ou menor vulnerabilidade aos processos de degradação do solo, utilizando, para isso, dados de geologia, geomorfologia, pedologia, fitogeografia e clima (CREPANI et al., 2001). Para o tratamento e cruzamento dessas informações, é utilizado um sistema integrado, composto por bancos de dados e sistema de informação geográfica (SIG) que otimizam e permitem o acesso e consultas sobre o produto gerado. (BATISTELL et al., 2009; VALLADARES et al., 2004).

O fator de maior relevância ao realizar o mapeamento dos solos de uma determinada área é explicado pelo fato que através desses mapas pedológicos é possível verificar a distribuição espacial das diferentes classes de solos que ocorrem em uma área. O mapeamento e a classificação de solos também permitem determinar o potencial de uso dos mesmos, pois considera suas características e propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas (PEDRON et al., 2007).

O mapeamento do uso e cobertura das terras permite analisar temporalmente e espacialmente as mudanças ocorridas em um determinado local em um determinado período de tempo (MOTA, 2011).

Entretanto, a não quantificação das perdas de solo impossibilita uma análise mais aprofundada sobre o grau de degradação por erosão e o seu controle, além de não fornecer dados para estudos de sedimentação. Evidencia-se, assim, a necessidade de utilizar ferramentas que levem à quantificação da erosão, o que pode ser obtido através de alguns modelos preditivos (CHAVES, 1996).

THOMAZINE (2004), por exemplo, diz que a erosão ocorre em praticamente todos os estados do Brasil o qual perde, anualmente, por causa dela, aproximadamente, 500 milhões de toneladas de solo. Em contrapartida, ainda no

conceito de desenvolvimento sustentável, aparecem a adequada construção e manutenção de estradas como fatores essenciais para a preservação do meio ambiente, sendo que estradas de uso florestal mal planejadas, construídas e/ou mantidas podem causar acelerada erosão e sedimentação do solo, os quais afetam, principalmente, a qualidade da água dos rios.

Para Egan (1999), a construção de estradas é um dos principais responsáveis, senão o principal, da erosão do solo em áreas florestais, pois promove a retirada da cobertura vegetal, a movimentação do solo e a compactação de seu leito, tornando tais vias muito vulneráveis à erosão causada pela chuva, principalmente. Além disso, de acordo com Luce (1993), a erosão causada pela existência de estradas de uso florestal será maior em função do aumento da declividade e do comprimento de rampa, fatores que aceleram a velocidade da enxurrada.

Para tanto baseado no conceito de ecodinâmica de Tricart (1977), Crepani et al., 2001, basearam-se na relação morfogênese/pedogênese e no aspecto sinótico fornecido pelas imagens de sensoriamento remoto para propor uma metodologia de análise da vulnerabilidade, adotando os seguintes objetivos:

Geral: realizar o estudo da vulnerabilidade e erosão da área de manejo da floresta estadual do Rio Liberdade, Tarauacá-AC.

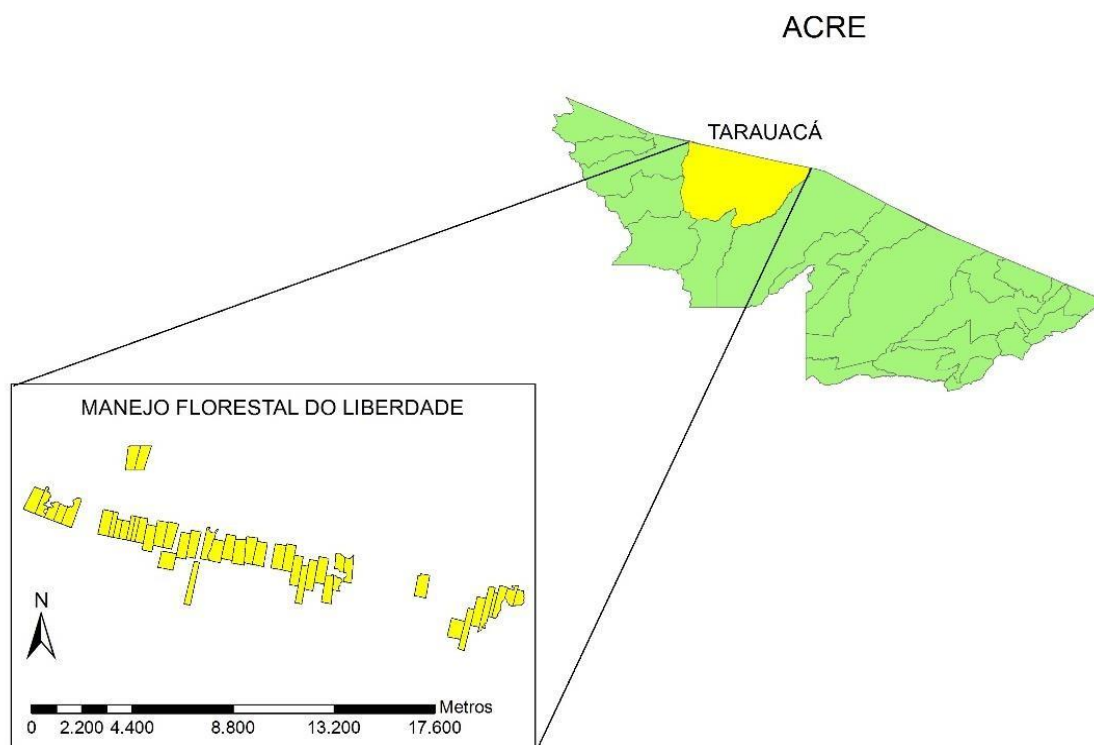
Específicos:

- Elaboração de um mapa preliminar contendo unidades homogêneas, obtido através da análise e interpretação da imagem de satélite, considerando-se os diferentes padrões identificados pelas cores, texturas, formas, padrão de drenagem e relevo;
- A associação das variáveis (relevo, solo, rocha, clima e cobertura vegetal/uso da terra).
- A classificação do grau de vulnerabilidade e estabilidade de cada unidade ambiental expressa pela atribuição de valores de estabilidade sendo de 1 a 3 para cada unidade ambiental.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O município de Tarauacá está localizado no Noroeste do Estado do Acre (Figura 1), possui a quarta maior população do estado 35 526 habitantes. Ocupa o terceiro lugar entre os municípios do estado em extensão territorial, com uma área de 20.171,053 km<sup>2</sup>. Coordenadas 8°09'38.94''S 70°45'54.67''O (IBGE, 2010). Limita-se ao norte com o estado do Amazonas; ao sul, com o município de Jordão; a leste, com o município de Feijó; a oeste, com os municípios de Cruzeiro do Sul e Porto Walter e, a sudoeste, com o município de Marechal Taumaturgo. O solo da região é caracterizado pelo Luvissole Hipocrômico Órtico Típico, Háplico Eutrófico Típico e Argissolo Amarelo.

De acordo com Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre (ACRE, 2010a), o clima é do tipo equatorial quente e úmido, caracterizado por altas temperaturas, elevados índices de precipitação pluviométrica e alta umidade relativa do ar. A temperatura média anual está em torno de 24,5°C, enquanto a máxima fica em torno de 32°C. A base econômica do município fundamenta-se na agricultura, pecuária, pesca e no extrativismo de borracha e madeira.



**Figura 1** - Representação da área de estudo (Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC).

Plano de Manejo Florestal é o principal instrumento de gestão da Floresta Estadual do Liberdade, pois define quais os objetivos e resultados a serem buscados na unidade, além de estabelecer o zoneamento, as regras de utilização e os programas de manejo.

A Floresta Estadual do Rio Liberdade tem se mostrado como uma importante barreira para o desmatamento em larga escala na região. No contexto ambiental do Estado, a Floresta Estadual do Rio Liberdade se insere como um local de resistência ao processo de degradação que vem ocorrendo no entorno da Unidade, onde o modelo de crescimento econômico implementado, vem se mostrando ambientalmente insustentável e preocupante em relação à manutenção dos seus recursos naturais.

Daí a importância de manejar a floresta, para garantir a sustentabilidade das espécies oriundas da localidade em estudo, como também melhorar financeiramente, socialmente e economicamente as famílias que residem na floresta.

Foram utilizadas informações compiladas dos mapas pedológicos, geomorfológicos, geológicos, vegetação, aptidão agroflorestal e potencial florestal da área de estudo. Foi realizada a digitalização e compatibilização com o SIG de dados contidos em mapas e cartas. Foram utilizados os mapas de pedologia, geologia, geomorfologia, fitofisionomia florestal, aptidão agroflorestal e potencial florestal do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre (ACRE, 20010a), disponibilizados na forma digital, todos na escala de 1:250.000 (SAD-69, Zona 18 S), e o modelo digital de elevação (MDE) da missão SRTM (NASA, 2014) como base para o tema declividade.

O mapa de vulnerabilidade à erosão foi gerado com o uso de um método multicritério ordinal aditivo, definido por Xavier-da-Silva (2001) como média ponderada. Na literatura é possível observar trabalhos fazendo a integração entre SIG e Apoio Multicritério à Decisão (GOMES; ESTELLITA LINS, 2002).

A seguir observa-se o algoritmo sugerido (Equação 1), o qual é aplicável a estruturas de matrizes ou matriciais e que é adequado aos mapas raster utilizados na presente pesquisa:

$$A_{ij} = \sum_n (P_k \times N_k) \quad (1)$$

Em que:

$k = 1$ ;

$A_{ij}$  = qualquer célula da matriz (alternativa);

$n$  = número de parâmetros envolvidos;

$P$  = peso atribuído ao parâmetro, transposto o percentual para a escala de 0 a 1;

$N$  = nota na escala de 0 a 10, atribuída à categoria encontrada na célula.

O modelo foi aplicado individualmente a cada tema, de forma a atribuir valores de risco para que fossem analisados em conjunto com os mapas temáticos da área de estudo, gerados por meio do software ArcGIS com a função RASTER CALCULATOR, permitindo o tratamento dos dados e as análises da vulnerabilidade natural à perda de solos.

Para a realização das avaliações foram utilizadas informações de declividade, pedologia, geologia, geomorfologia e vegetação. A importância de cada evento analisado foi considerada em função do somatório dos produtos dos pesos relativos das variáveis escolhidas, multiplicado pelas notas das classes em cada unidade das células.

Os pesos e notas foram atribuídos com base na experiência, por consenso de equipe multidisciplinar (Edson Araújo, Professor Ciência do Solo da Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, Cruzeiro do Sul, Acre; Eth Rocha da Silva, mestranda em Ciências Florestais UFES; Sonaira Souza da Silva, mestre em agronomia, professora da Universidade Federal do Acre Campus Floresta em Cruzeiro do Sul Acre, na área de geoprocessamento, desenho técnico e topografia; Lydia Helena da Silva, Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Federal do Ceará, mestre em Agronomia: solos e nutrição de plantas, com área de atuação em geoprocessamento, mapeamento de solos; Hugo Mota Ferreira Leite, mestre em Agronomia: solos e nutrição de plantas pela Universidade Federal do Ceará, professor da Universidade Federal do Acre), e na interpretação de mapas de riscos ambientais. Os resultados quantitativos foram transformados em classes qualitativas como, a saber: muito baixa, baixa, moderada, alta e muito alta. Vários trabalhos publicados utilizaram metodologia semelhante, como, por exemplo, Crepani et al.

(1996); Valladares, Guimarães e Batistella (2002); e Valladares; Faria (2004); Mota (2011) e Leite et al. (2013).

O mapa de risco de erosão foi gerado utilizando o método multicritério citado acima, considerando peso 30% para o tema (critério) pedologia (Tabela 1), 30% para declividade (Tabela 2), 20% para geologia (Tabela 3), 10% para geomorfologia (Tabela 4), 10% para vegetação (Tabela 5). As notas foram atribuídas às unidades de mapeamentos dos mapas de cada tema, numa escala de 0 a 10, indicando que quanto maior a nota, maior o risco de erosão da unidade de mapeamento.

**Tabela 1** - Notas de risco de erosão e salinização atribuídas às unidades de solos para a área de estudo.

PEDOLOGIA	NOTA DE RISCO
GLEISSOLO MELÂNICO Eutrófico e Distrófico	1
LUVISSOLO HIPOCRÔMICO Órtico típico	3

**Tabela 2** - Notas de risco de erosão e salinização atribuídas às classes de declividade para a área de estudo.

DECLIVIDADE	NOTA DE RISCO
0-3	1
3,1 - 8	3
8,1 - 13	5
>13	7

**Tabela 3** - Notas de risco de erosão e salinização atribuídas às unidades de geologia para a área de estudo.

GEOLOGIA	NOTA DE RISCO
Aluviões Holocênicos	7
Formação Solimões Inferior	10

**Tabela 4** - Notas de risco de erosão e salinização atribuídas às unidades de geomorfologia para a área de estudo.

GEOMORFOLOGIA	NOTA DE RISCO
Planície Amazônica - Modelagem de acumulação em planície e terraço fluvial	1
Depressão do Juruá-laco - Modelado de dissecação convexa	7

**Tabela 5** - Notas de risco de erosão e salinização atribuídas às unidades de vegetação para a área de estudo.

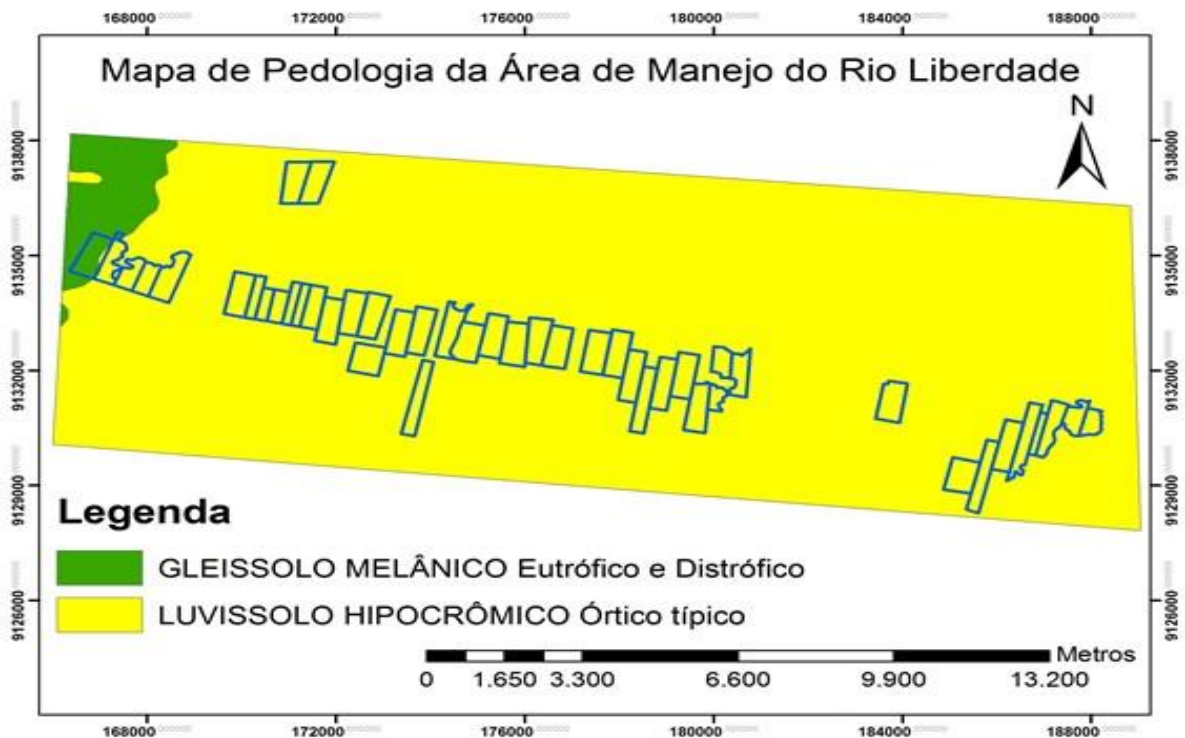
<b>VEGETAÇÃO</b>	<b>NOTA DE RISCO</b>
Floresta Aberta com Palmeira - Aluvial	7
Floresta Densa + Floresta Aberta com Palmeira	7
Floresta Aberta com Palmeira + Floresta Densa	7
Floresta Aberta com Palmeira + Floresta Densa + Floresta Aberta com Bambu	7
Áreas Antropizadas	10

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Mapeamento pedológico da Área de Manejo Florestal do Rio Liberdade**

A partir do mapa de pedologia (Figura 2) da área de estudo é possível observar que a maior parte das áreas do plano de manejo florestal do rio Liberdade encontra-se na classe de solo LUVISSOLO, em que, segundo a EMBRAPA (2006), são solos rasos com pedregosidade, pouca profundidade, podendo variar entre 0,30 a 0,80m. O que pode confirmar que o mesmo apresenta elevado grau de susceptibilidade erosiva. O processo erosivo pode ser intensificado quando há baixa permeabilidade, depende do tipo e quantidade das argilas e da profundidade do solo (GOMES, 2005).

Somente um lote do plano de manejo florestal do rio Liberdade está inserido na classe de solo GLEISSOLO, o qual corresponde a um solo mineral hidromórfico, desenvolvidos a partir de sedimentos recentes holocênicos, em áreas de várzeas e com influências do lençol freático elevado (MOTA, 2011). Este tipo de solo possui sérias limitações, tenho em vista que são alagados, de mal a muito mal drenado, porém geralmente ocorrem em regiões de relevo plano, o que lhe confere um menor grau de susceptibilidade à erosão.



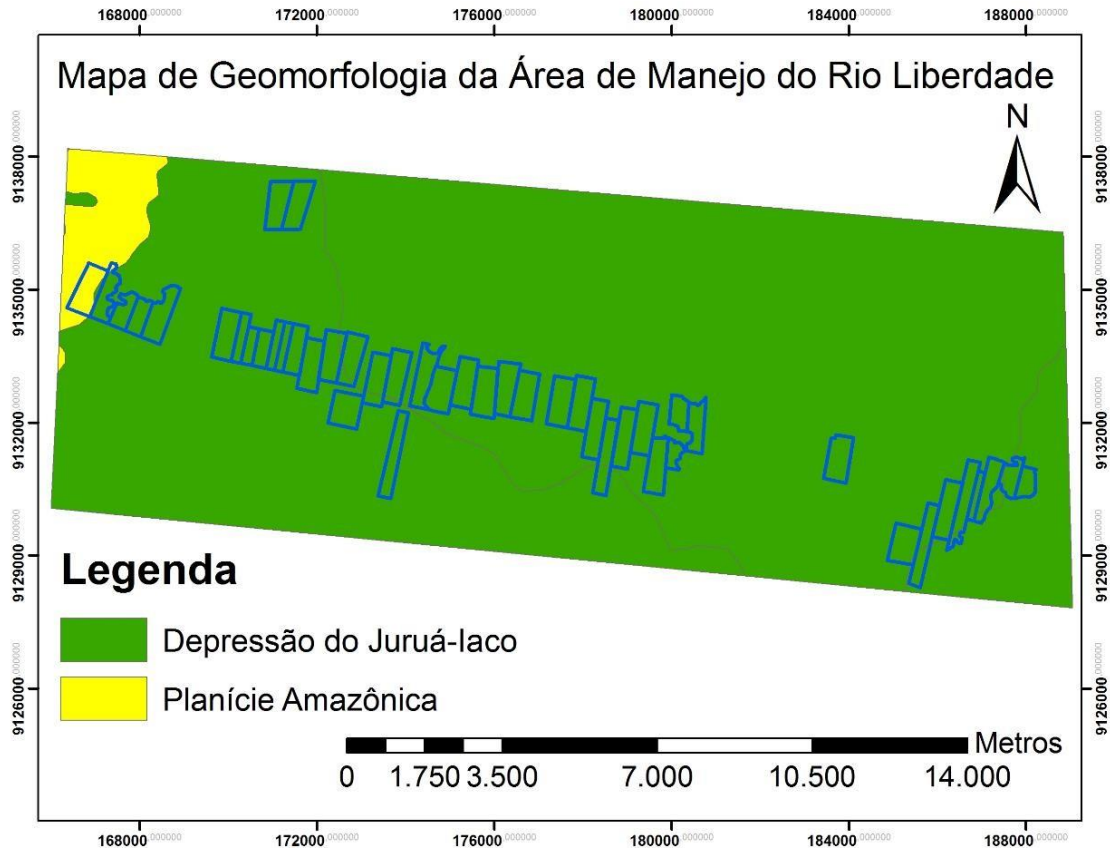
**Figura 2** – Mapeamento Pedológico da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.

O mapeamento de solos se mostra uma ferramenta importante para estudos de riscos ambientais e a sua integração com outros mapas promove a ampliação das possibilidades de uso para aplicações como zoneamentos, diagnósticos e avaliações de terras, dentre outros (SARMENTO et al., 2008).

### 3.2 Mapeamento da Geomorfologia e Declividade da Área de Manejo Florestal do Rio Liberdade

A partir do mapa geomorfológico (Figura 3), temática que visa avaliar a distribuição e as formas do relevo (CREPANI et al., 2008), é possível observar que a classe geomorfológica mais expressiva na área de estudo corresponde a Depressão Juruá-laco, a qual trata-se de uma área nivelada por pediplanação pós-terciária, em que a erosão descaracterizou o aplainamento resultando em

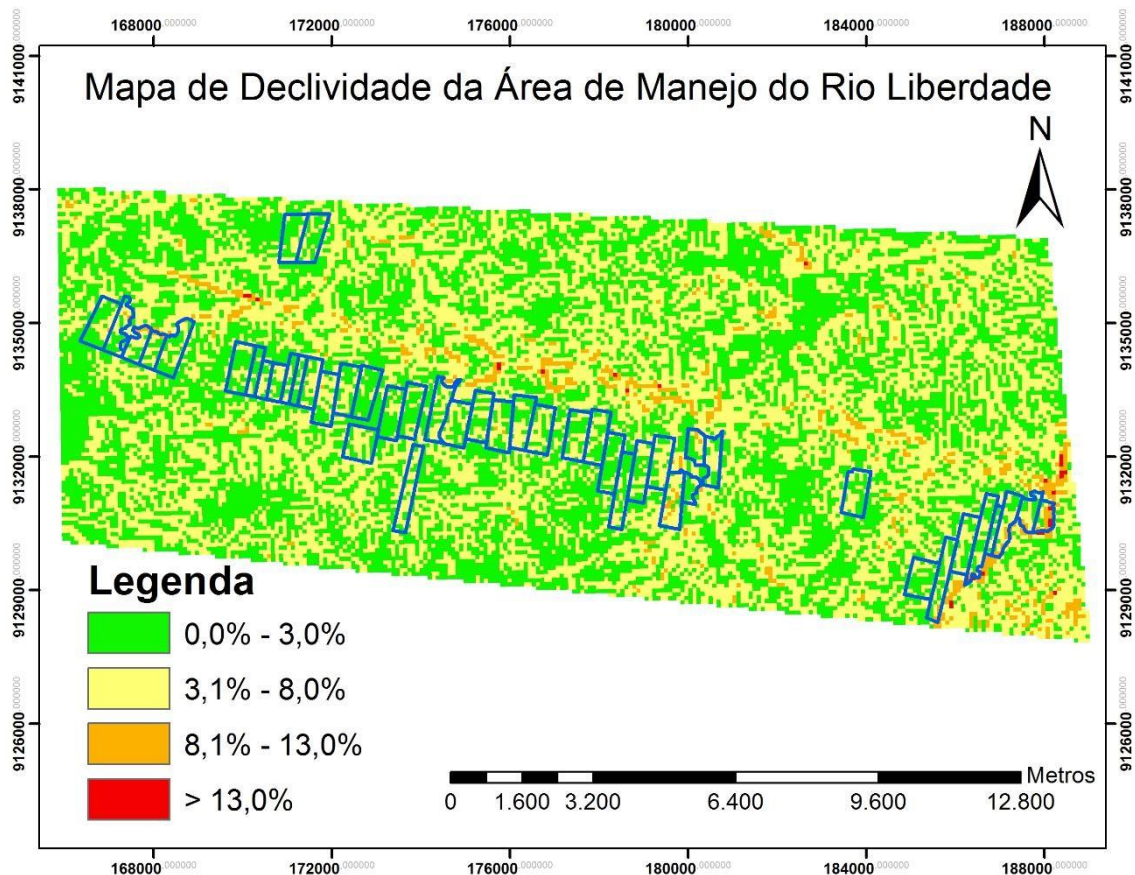
modelados de dissecação (apresenta altitude que pode variar de 150 a 440 m).



**Figura 3** – Mapeamento Geomorfológico da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.

Como principal característica da feição geomorfológica Depressão Juruá-laco pode-se citar uma superfície dissecada com elevada densidade de drenagem e padrão dendrítico (ACRE, 2010a), o que lhe confere maior susceptibilidade à erosão. A menor porção da área de estudo encontra-se na classe Planície Amazônica.

A medida que a declividade aumenta, também tem-se um aumento do risco de erosão. Os materiais do solo que são levados pela chuva aumentam com o grau de declive do terreno (MOTA, 2011). De acordo com a Figura 4 é possível observar que a área de estudo tem como declividade predominante o relevo plano a ondulado (0 a 8% de declividade), representando baixa a média vulnerabilidade a erosão.



**Figura 4** – Mapa de declividade da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.

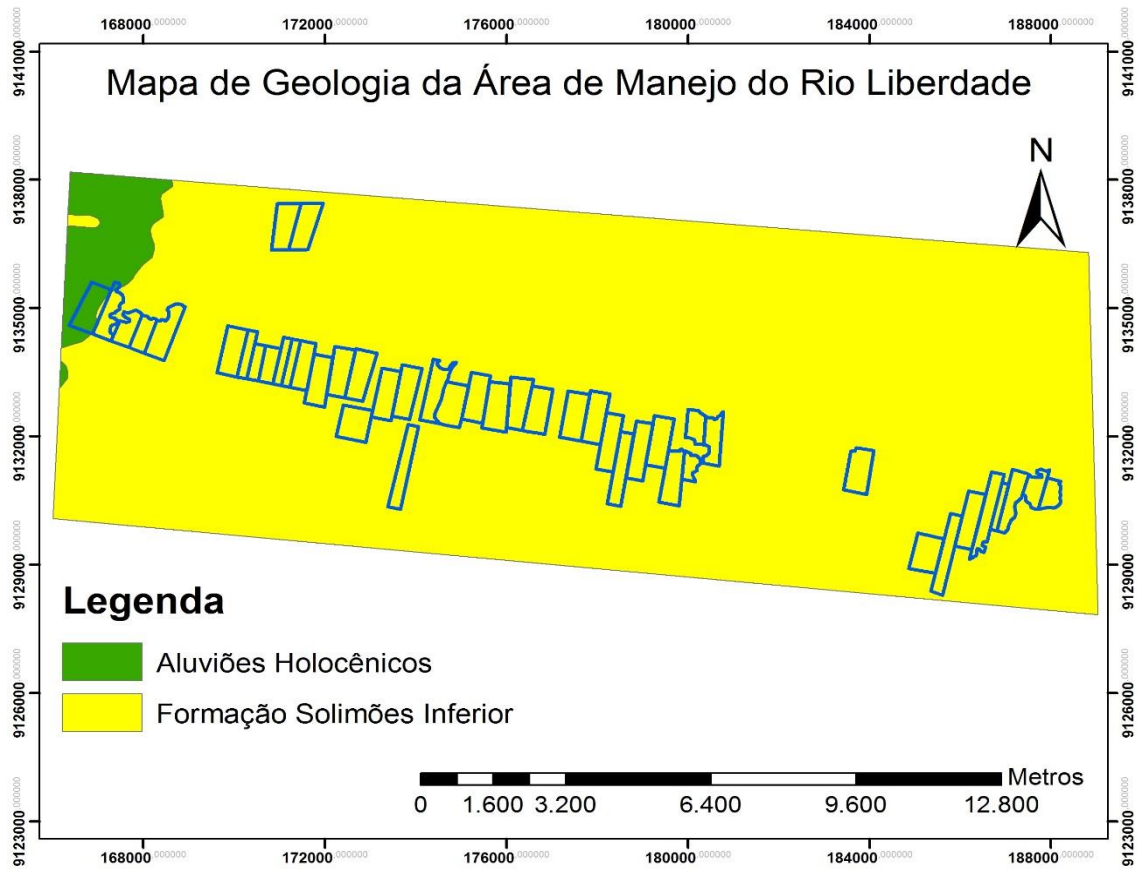
### 3.3 Mapeamento da Geologia e Vegetação da Área de Manejo Florestal do Rio Liberdade

O estudo geológico indica a formação e os materiais das rochas. A desnudação que é a influência do intemperismo e da erosão sofrida pela rocha ao longo dos anos é uma das características que se deve analisar, pois pode indicar a maior ou menor suscetibilidade a erosão (CREPANI et al., 2008).

A partir da Figura 5 pode-se observar que a maior parte da área de manejo florestal do rio Liberdade encontra-se na Formação Solimões, em que os sedimentos siltitos e argilitos deram origem aos Luvisolos presentes na área de estudo (ACRE, 2010).

A Formação Solimões é constituída de argilitos e siltitos finamente laminados e maciços, contendo lentes de linhito e turfa, concreções carbonáticas e gipsíferas e, em menor quantidade, sedimentos arenosos. Diante da diversidade de sedimentos ocorre também uma grande variação de classes de solos, implicando

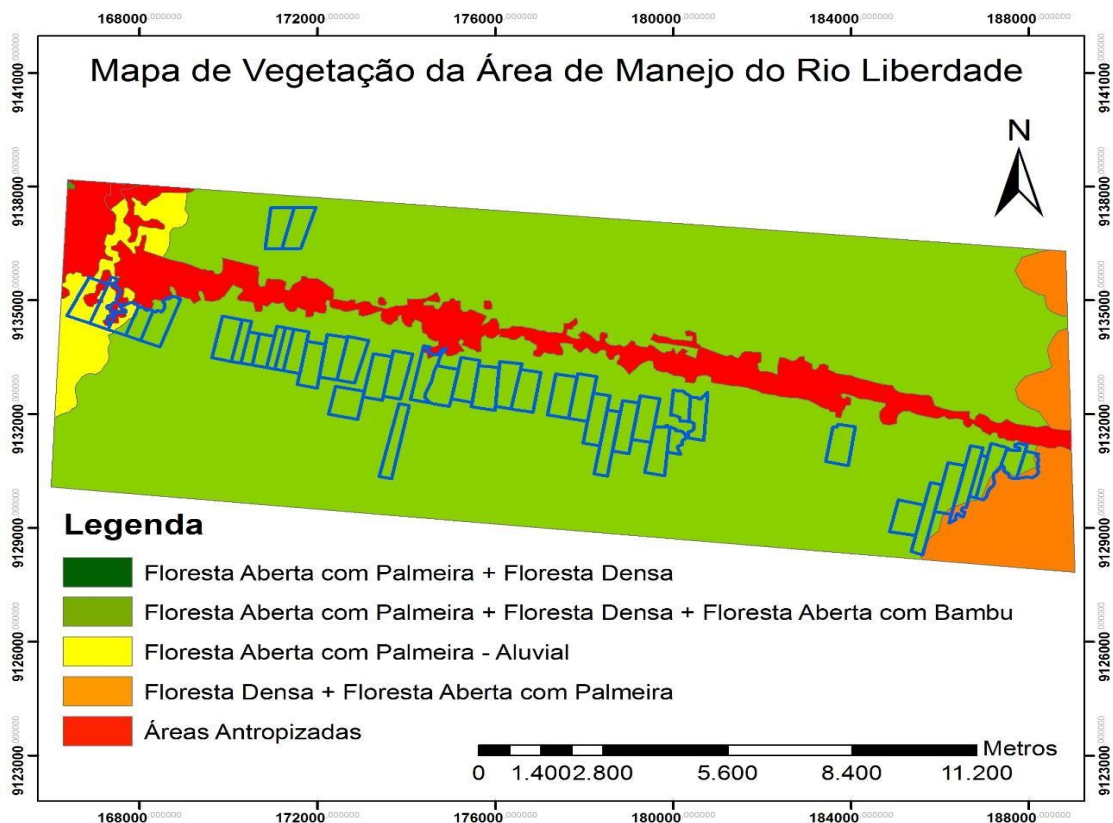
em uma variabilidade à suscetibilidade à erosão, no seu ciclo hidrológico e em sua vegetação natural (CAVALCANTE, 2006; ACRE, 2010a; BERNINI et al., 2013).



**Figura 5** – Mapeamento Geológico da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.

Conforme Acre (2010a), a maior parte da região de Tarauacá está predominantemente inserida na Depressão do Juruá-laco, que possui modelados de dissecação aguçada com altos níveis de dissecação estão associados à fácies arenosas da Formação Solimões. Estes dados juntamente com as informações sobre os solos permitem verificar que nessa região, determinados usos da terra são limitados em função de uma maior vulnerabilidade do meio.

De acordo com a Figura 6 observa-se que a maior parte da área está inserida na classe de vegetação Floresta Aberta com Palmeira + Floresta Densa + Floresta Aberta com Bambu.



**Figura 6** – Mapa de Vegetação da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.

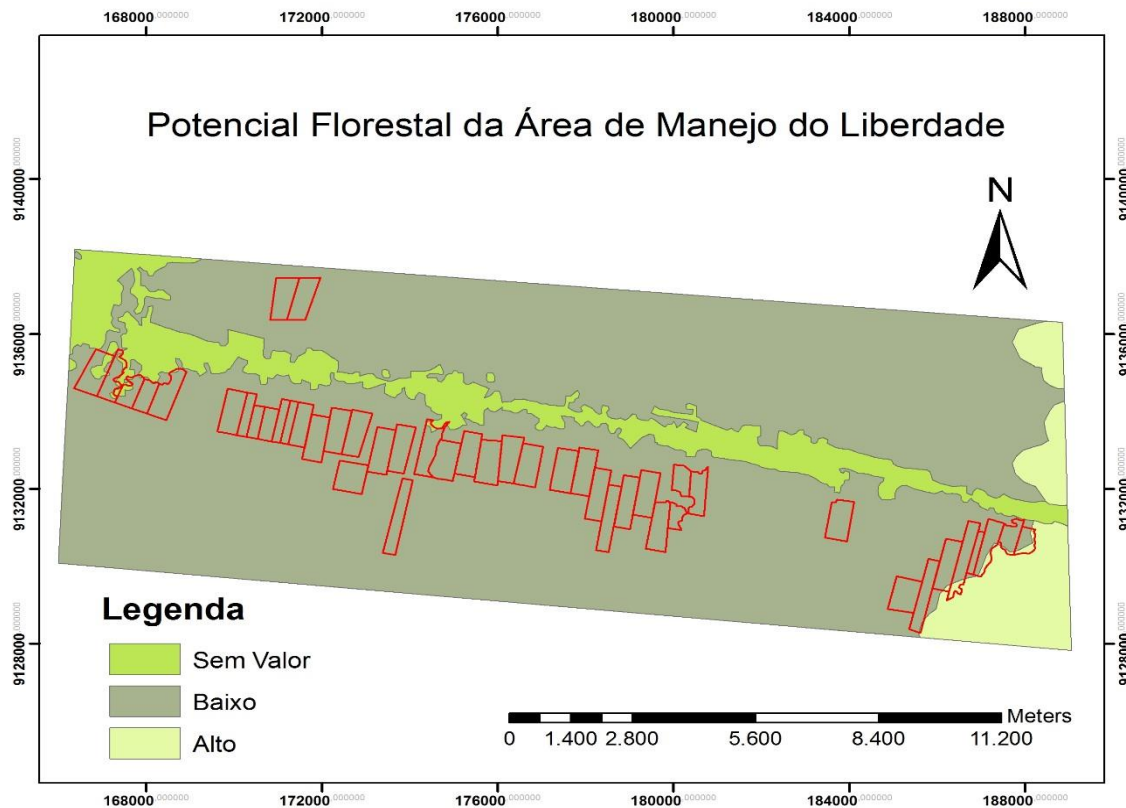
O estudo de vulnerabilidade à erosão também está baseado na cobertura que a vegetação e a atividade antrópica proporcionam ao solo (GOMES, 2005). De acordo com Mota e Valladares (2011), as áreas mais estáveis são aquelas ocupadas por vegetação densa e fechada. Vale ressaltar que a cobertura natural da floresta nativa proporciona maior proteção do solo a processos erosivos.

Porém, em função dos sedimentos presentes na Formação Solimões da área de estudo, ocorre uma condição muito peculiar, ou seja, floresta avançou sobre solos jovens de baixa permeabilidade, que quando expostos sofrem degradação muito rápida, principalmente em função de sua mineralogia, o que lhes conferem alta capacidade de expansão e contração (AMARAL et al., 2005).

### **3.4 Mapeamento do Potencial Florestal e da Aptidão Agroflorestal da Área de Manejo Florestal do Rio Liberdade**

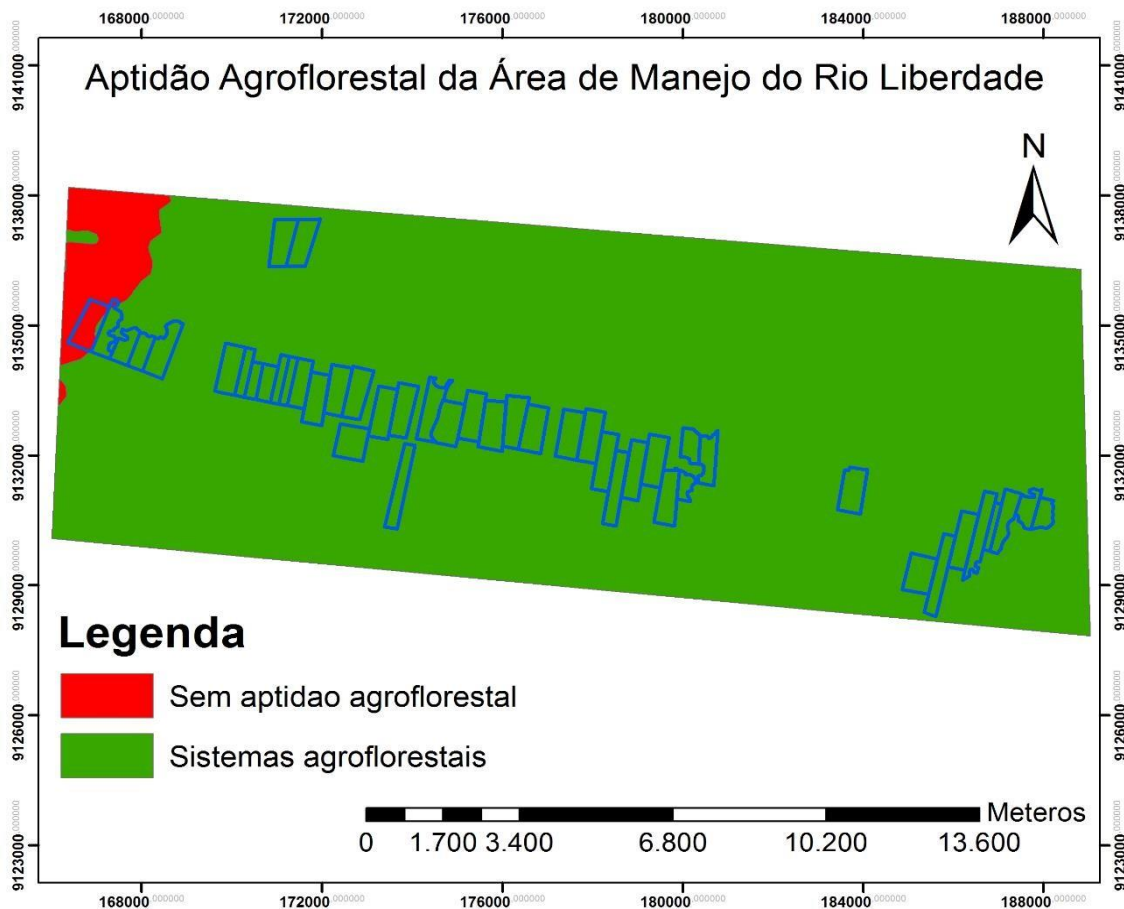
A partir do mapa de Potencial Florestal (Figura 7) e do de Aptidão Agroflorestal (Figura 8), que foram baseados no Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre, Fase II (ACRE, 2010b), é possível observar que a área do Plano

de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade encontra-se em áreas com baixo potencial florestal e com aptidão para sistemas Agroflorestais.



**Figura 7** – Mapa de Potencial Florestal da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.

Em contrapartida, de acordo com Veríssimo, Souza Junior e Salomão (2002), o Estado do Acre como um todo possui um potencial expressivo para a criação de florestas estaduais de produção. Em outro estudo realizado por Amaral et al. (2005), chegaram à conclusão que o trecho entre Feijó e Tarauacá deve permanecer com a cobertura vegetal original, exclusivamente florestal (manejo florestal). Já no trecho entre Tarauacá e as proximidades de Cruzeiro do Sul, devendo predominar práticas agroflorestais.



**Figura 8** – Mapa de Aptidão Agroflorestal da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.

### 3.5 Mapeamento do Risco de Erosão da Área de Manejo Florestal do Rio Liberdade

A análise quantitativa do cruzamento dos mapas de pedologia, geomorfologia, geologia, vegetação e declividade para a geração do mapa de susceptibilidade à erosão está apresentada na Tabela 6. O mapa de risco de erosão dos solos Área de Manejo Florestal do Rio Liberdade é dividido em cinco classes (muito baixo, baixo, moderado, alto e muito alto) e descreve os diversos graus de erosão da área (Figuras 8 e 9).

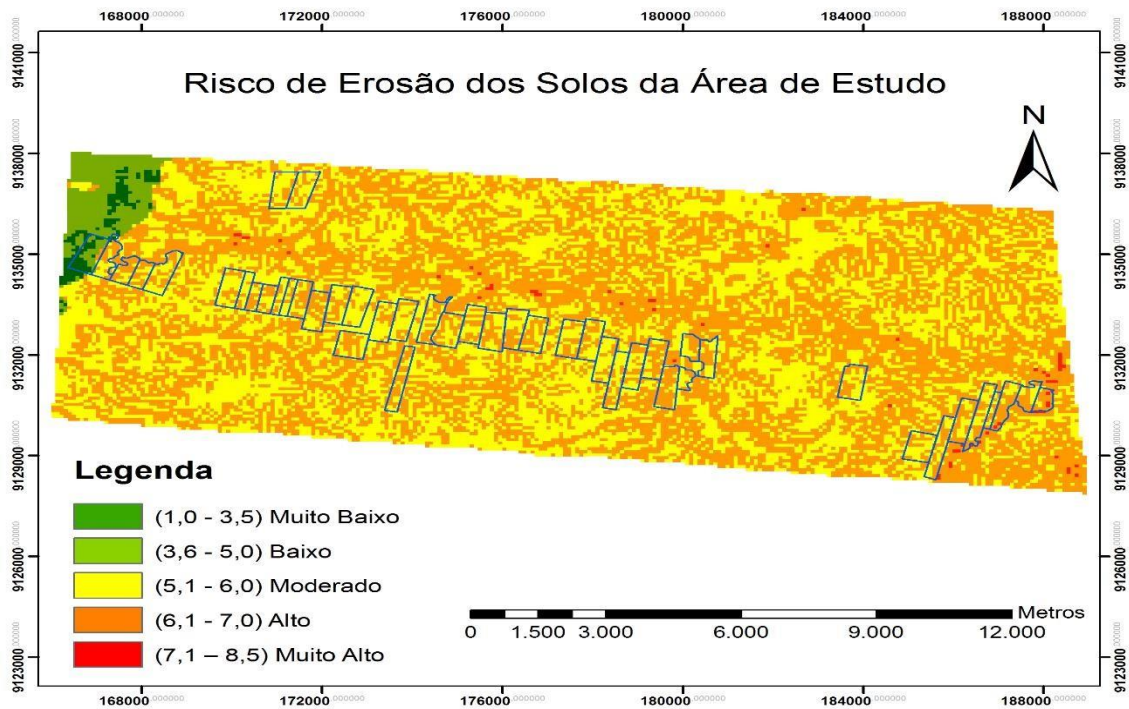
**TABELA 6** – Distribuição das áreas das classes de vulnerabilidade natural à degradação dos solos da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC, conforme Figura 7.

<b>CLASSES DE RISCO DE EROSÃO</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Muito baixo	25,64	1,29
Baixo	26,36	1,33
Moderado	968,66	48,75
Alto	961,6	48,39
Muito alto	4,9	0,25
<b>Total</b>	<b>1987,15</b>	<b>100</b>

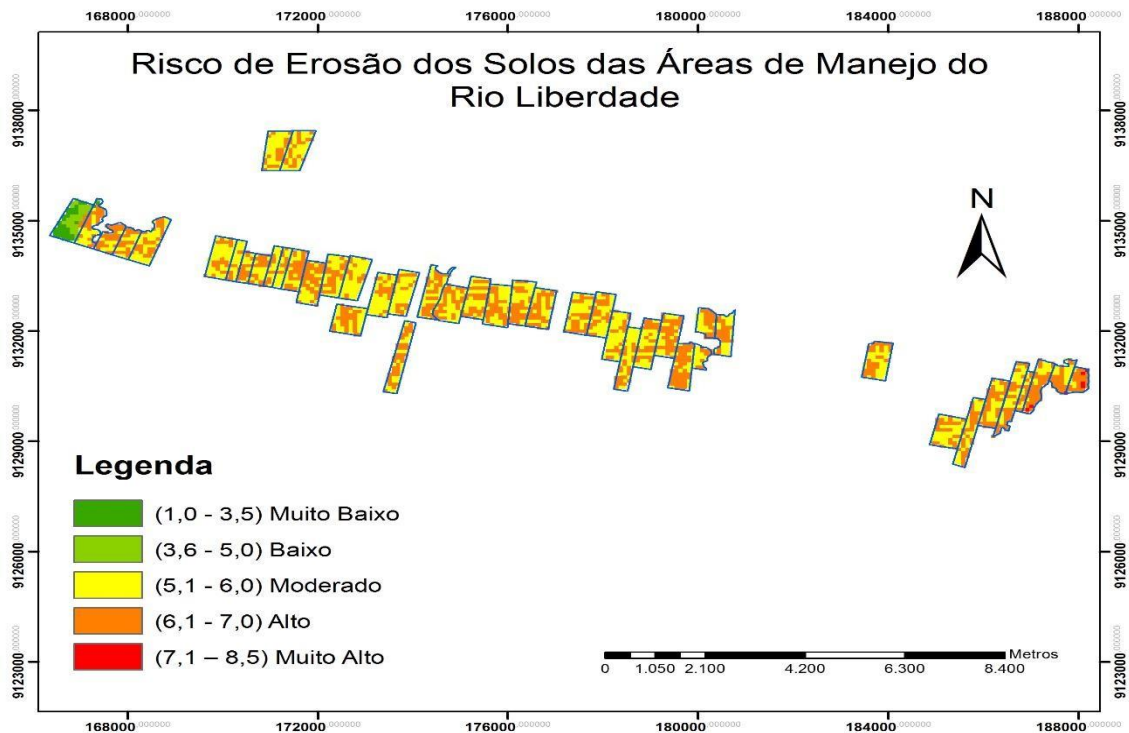
A Tabela 6 indica que pouco mais de 97% da área Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade apresenta-se com grau de moderado a alto risco de erosão e que somente quase 3% da área possui baixo risco de erosão (classes muito baixo e baixo). Vale ressaltar que menos de 1% da área total ficou com Muito alto risco de erosão. Esses dados também podem ser facilmente observados na Figura 7.

Nas áreas com classe de risco moderada são representadas por uma pedogênese que varia de incipiente a moderada e os processos de modelagem da paisagem são intensos. Nestas áreas o equilíbrio natural é mantido, principalmente, pela cobertura vegetal. Dessa forma, a geomorfologia atua como condicionador da intensidade dos processos de alteração e como fator de transformação dos demais fatores. Diante do exposto, estas áreas devem ser priorizadas para uso controlado e, ou, conservação (CREPANI et al., 2001; AMARAL et al., 2005).

Já nas áreas com classe de risco erosivo alto ocorre um balanço relativamente estável da morfogênese e pedogênese, em que a intensidade de dissecação condiciona a complexidade da modelagem da paisagem e as características dos solos. Os argilitos e siltitos formam uma camada de restrição natural ao processo evolutivo (CREPANI et al., 2001; AMARAL et al., 2005). De acordo com Amaral et al., (2005), as práticas agroflorestais nessas áreas devem ser adotadas em pequenas áreas, de forma a manter a cobertura do solo e evitar a degradação irreversível.



**Figura 9–** Mapa Susceptibilidade à Erosão da Área de Estudo.



**Figura 10–** Mapa de Susceptibilidade à Erosão da Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC.

## 4 CONCLUSÕES

A metodologia proposta e a interação de técnicas de geoprocessamento e uso do SIG foram eficientes para o processo de mapeamento e detecção de mudanças geoambientais no estudo realizado, e mostrou-se, ainda, como uma base sintética adequada que pode auxiliar tanto no ordenamento territorial como nos planejamentos de gestão florestal da região.

A Área do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Liberdade em Tarauacá-AC apresenta-se com risco moderado a alto de erosão, em sua maior parte.

Outros estudos devem ser realizados, para determinar com clareza os tipos de sistemas agroflorestais que podem ser implantados na área de estudo.

## 5 REFERÊNCIAS

ACRE, Governo do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre, Fase II (Escala 1:250.000)**: Documento Síntese. 2. ed. Rio Branco: SEMA, 2010a. 356 p.

ACRE, Secretaria do Estado de Meio Ambiente. **Recursos Naturais: Biodiversidade e Ambientes do Acre**. ZEE/AC, fase II, Escala 1:250.000 / Programa Estadual de Zoneamento Ecológico. Rio Branco: SEMA Acre, 2010b. 130 p. (Coleção Temática do ZEE, vol. 3).

ACRE. **Decreto nº. 3.433**, de 19 de setembro de 2008. “Cria o Complexo de Florestas Estaduais do Rio Gregório, Conselho Consultivo Integrado”.

AMARAL, E. F.; LANI, J. L.; BARDALES, N. G.; OLIVEIRA, H. Vulnerabilidade ambiental de uma Área Piloto na Amazônia Ocidental: Trecho da Br-364 entre Feijó e Mâncio Lima, Estado Do Acre. **Natureza & Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 87-102, 2005.

BATISTELLA, M.; VALLADARES, G. S. Farming expansion and land degradation in western Bahia, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 09, n. 03, p. 61-76, 2009.

BERNINI, T. A.; PEREIRA, M. C.; FONTANA, A.; ANJOS, L. H. C.; CALDERANO, S. B.; WADT, P. G. S.; MORAES, A. G. L.; SANTOS, L. L. Taxonomia de solos desenvolvidos sobre depósitos sedimentares da Formação Solimões no Estado do Acre. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 1, p.71-80, 2013.

CAVALCANTE, L. M. Relatório sobre a Geologia do Estado do Acre. Rio Branco: SEMA/IMAC, 2006. (Texto integrante do eixo recursos naturais do ZEE Fase II).

CHAVES, H. M. L. Modelagem matemática da erosão hídrica: passado, presente e futuro. In: ALVAREZ V. H.; FONTES, L. E.; FONTES, M. P. F. (Ed.). O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa: SBCS, UFV, DPS, 1996. p. 731-750.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. São José dos Campos: INPE, 1996.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE-8454-RPQ/722). 2001, 103 p.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S., PALMEIRA, A.F., SILVA, E.F. “Zoneamento Ecológico-Econômico”, in Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. Org. por Florenzano, T.G., ed. Oficina de Textos, São Paulo – SP, 2008. p. 285-318.

EGAN, A.F. Forest Roads: Mere Soil and Water Don't Mix. *Journal of Forest*, Bethesda, vol. 97, n. 8, p.18-21, 1999.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ed. Brasília/ Rio de Janeiro: 2006.

GOMES et al., Aplicação da metodologia ZEE para a análise da vulnerabilidade à perda de solo em ambiente semi-árido. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiás, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 3519-3526.

GOMES, A. G. **Avaliação da vulnerabilidade à perda de solo em região semi-árida utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento – área piloto de Parnamirim (PE)**. 2005. 165f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

GOMES, E. G.; ESTELLITA LINS, M. P. Integrating Geographical Information Systems and Multi-criteria Methods: a case study. *Annals of Operat. Rese.*, 116: 243-269. 2002.

Governo do Estado do Acre. **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre**. Documento Síntese – Fase II. Rio Branco: SEMA, 2007.

LEITE, H. M. F.; MOTA, L. H. S. O.; GOMES, A. C.; LUZ, T. M.; TOMIO, D. B.; ALMEIDA, W. A. Vulnerabilidade à erosão das terras do município de Mâncio Lima – AC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., Florianópolis, 2013. **Anais...** Florianópolis, 2013. 4 p.

LUCE, C. H.; BLACK, T. A. Sediment production from forest roads in Western Oregon. Moscow: USDA, 1993. p. 1-15.

MAFRA, N. M. C. **Esquema metodológico para la planificación de usos del suelo em zonas tropicales húmedas: aplicación a la Region Norte del Estado del Rio de Janeiro, Brasil**. Tese (Doutorado em Edafologia) - Universitat de València. Facultat de Geografia e Historia, València, 1997.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Diretrizes para a política nacional de controle da desertificação**. Brasília, 1998. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/index.cfm>>. Acesso em: 10 MARÇO. 2014.

MOTA, L. H. S. O. **Dinâmica de uso e riscos ambientais das terras do Baixo Acaraú – CE**. 2011. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

MOTA, L. H. S. O.; VALLADARES, G. S. Vulnerabilidade à degradação dos solos da Bacia do Acaraú, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 39-50, jan-mar, 2011.

NASA. NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **The Shuttle Radar Topography Mission: The Mission to Map the World**. Fortaleza, 2014. Disponível em: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html>>. Acesso em: 05 jul. 2014.

Pardinho, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.11, n.6, p.628–636, 2007.

PEDRON, F. A.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, C.; BOTELHO, M. R. & MENEZES, F. P. Levantamento e classificação de solos em áreas urbanas: importância, limitações e aplicações. **Rev. Bras. Agrociência**, 13 (2): 147-151, 2007.

RIBEIRO et al., Vulnerabilidade à erosão do solo da Região do Alto Rio Pardo, SALVADOR et al., Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas. Rio Branco, AC. Embrapa Acre, 2003, 29 p.il.1ª edição.

SANTANA, D. Desertificação. **Vivoverde**, Palmas, 16 jul. 2008. Disponível em: <<http://vivoverde.com.br/o-sertao-vai-virar-mar-doi-no-coracao-o-medo-que-algum-dia-o-mar-tambem-vire-sertao/>>. Acesso em: 27 abr. 2014.

SARMENTO, E. C.; et al. Sistema de informação geográfica como apoio ao Levantamento detalhado de solos do vale dos Vinhedos. **R. Bras. Ci. Solo**, 32: 2795-2803, 2008, Número Especial.

SPORL.E. Metodologia para Elaboração de Modelos de Fragilidade Ambiental Utilizando Redes Neurais. Universidade de São Paulo, 2007.

THOMAZINE, G. R. Impactos da erosão em nutrientes do solo. 2004. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biologia (IB) da Unicamp. Disponível em: <[http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/ju/julho2003/ju219pg04a.html](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/julho2003/ju219pg04a.html)>. Acesso em: 10 de maio. 2014.

VALLADARES, G.S.; GUIMARÃES, M.; BATISTELLA, M.. **Susceptibilidade à erosão das terras na Região Oeste do Estado da Bahia**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2002. (Comunicado Técnico 10).

VALLADARES, G. S.; FARIA, A. L. L.SIG na análise do risco de salinização na bacia do Rio Coruipe, AL. **Engevista**, 6: 86-98. 2004.

VERÍSSIMO, A., SOUZA JR., C., SALOMÃO, R. **Identificação de Áreas com Potencial para Criação de Florestas Estaduais no Estado do Acre**. Belém: Imazon e Governo do Estado do Acre. 2002. p. 34.

XAVIER, F.V et al., **Análise da Suscetibilidade à Erosão Laminar na Bacia do Rio Manso, Chapada dos Guimarães, MT, Utilizando Sistemas de Informações Geográficas**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.11, n.2, p.51-60, 2010.

XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: Ed. do Autor, 2001. 228 p.